

# SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

Patent Number: JP11111211  
Publication date: 1999-04-23  
Inventor(s): KAZUMORI HIROYOSHI  
Applicant(s):: JEOL LTD  
Requested Patent: ☐ JP11111211  
Application Number: JP19970274184 19971007  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01J37/28 ; H01J37/141 ; H01J37/244  
EC Classification:  
Equivalents:

## Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To realize a scanning electron microscope by which a detecting efficiency of secondary electrons is improved and signals based on reflected electrons can also be detected.

**SOLUTION:** An electric field, based on a voltage applied to the front of a detector 12, is formed near an opening 11 of an inside magnetic pole 8. Secondary electrons, generated from a sample 4 and sent upward in an object lens 3, are bent by the electric field in the direction of the detector 12, and are detected after entering the secondary-electron detector 12. Also, reflected electrons, generated by irradiation of primary electron beam to the sample 4, are not captured by an electric field from the secondary-electron detector 12 because of their high energy, and are collided toward the inside of the inside magnetic pole 8. A film 15 of a material having a high generating efficiency of the secondary electrons is installed on the inner surface of the inside magnetic pole 8, and the reflected electrons are collided to the film 15 to thereby generate the secondary electrons. As a result, a large quantity of the secondary electrons, based on the reflected electrons, are generated, and the secondary electrons are restricted by the field of the secondary-electron detector 12, and are detected toward the secondary-electron detector 12.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

TOP

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-111211

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 J 37/28  
37/141  
37/244

識別記号

F I

H 0 1 J 37/28  
37/141  
37/244

B  
A

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-274184

(22) 出願日 平成 9 年(1997) 10月 7 日

(71) 出願人 000004271

日本電子株式会社  
東京都昭島市武蔵野 3 丁目 1 番 2 号

(72) 発明者 数森 啓悦

東京都昭島市武蔵野 3 丁目 1 番 2 号 日本  
電子株式会社内

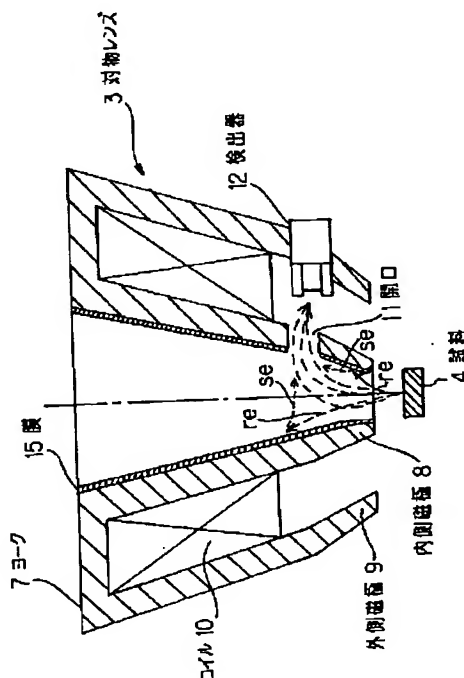
(74) 代理人 弁理士 井島 藤治 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 走査電子顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 2次電子の検出効率を高めると共に、反射電子に基づく信号も検出できる走査電子顕微鏡を実現する。

【解決手段】 内側磁極8の開口11付近には、検出器12の前面に印加された電圧に基づく電界が形成されている。この電界により試料4から発生し対物レンズ3内を上方に向かってきた2次電子は、検出器12方向に曲げられ、そして、2次電子検出器12に入射して検出される。また、試料4への一次電子ビームの照射によって発生した反射電子は、エネルギーが高いため、2次電子検出器12からの電界には捕捉されず、内側磁極8の内側に向かって衝突する。この内側磁極8の内面には2次電子発生効率の高い物質の膜15が設けられており、反射電子はこの膜15に衝突して2次電子を発生させる。この結果、反射電子に基づく多量の2次電子が発生し、この2次電子は2次電子検出器12の電界に拘束され、2次電子検出器12に向かって検出される。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 内側磁極と外側磁極を有し、磁極の下端面より下方の試料面に漏れるレンズ磁場を形成する対物レンズを備え、この対物レンズによって電子ビームを集束して試料に照射すると共に、内側磁極の下端面より上の位置で該内側磁極に 2 次電子を通過させる開口を設け、内側磁極の外側に該開口を通過した 2 次電子を検出する検出器を設けるように構成した走査電子顕微鏡において、内側磁極の内側に、2 次電子発生効率の高い面を設けたことを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 2】 内側磁極の内面の少なくとも一部が 2 次電子発生効率の高い面とされている請求項 1 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 3】 2 次電子発生効率の高い面は、重金属で形成されている請求項 1 および 2 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 4】 内側磁極と外側磁極を有し、磁極の下端面より下方の試料面に漏れるレンズ磁場を形成する対物レンズを備え、この対物レンズによって電子ビームを集束して試料に照射すると共に、内側磁極の下端面より上の位置で該内側磁極に 2 次電子を通過させる開口を設け、内側磁極の外側に該開口を通過した 2 次電子を検出する検出器を設けるように構成した走査電子顕微鏡において、内側磁極の内面の少なくとも一部を 2 次電子発生効率の高い面とすると共に、2 次電子発生効率の高い面の内側にメッシュ状電極を設け、メッシュ状電極に任意にマイナス電圧を印加できるように構成した走査電子顕微鏡。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、試料上に対物レンズの磁界が漏れるような対物レンズにより電子ビームを集束し、試料から発生した 2 次電子を検出するようにした走査電子顕微鏡などの電子ビーム装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 最近、走査電子顕微鏡においては、内側の磁極と外側の磁極の下端面の下方に単一のレンズ磁場を形成する対物レンズが用いられている。この場合、試料はこのレンズ磁場の中に置くことにより、高分解能の 2 次電子像の観察が可能となる。

【0003】 このような走査電子顕微鏡の一例を図 1 に示す。図中 1 は電子銃である。電子銃 1 から発生した電子ビーム EB は、集束レンズ 2 と対物レンズ 3 によって試料 4 上に細く集束される。また、電子ビーム EB は、偏向コイル 5、6 によって偏向され、試料 4 上の電子ビームの照射位置は走査される。なお、図示していないが、偏向コイル 5、6 には走査信号発生回路から 2 次元走査信号が供給される。

【0004】 対物レンズ 3 は、ヨーク 7、内側磁極 8、外側磁極 9、コイル 10 より構成されており、内側磁極

8 の下端面に近い位置に開口 11 が穿たれている。内側磁極 8 の開口 11 部分の外側に、外側磁極 9 に 2 次電子検出器 12 が取り付けられている。

【0005】 2 次電子検出器 12 はシンチレータと光電子増倍管とを組み合わせた構造を有しており、円形状のシンチレータの周囲部分にはリング状の電極が設けられ、その電極には 2 次電子を引き寄せる正の電圧が印加される。この電圧値は数 kV から数 10 kV の範囲から選択される。2 次電子検出器 12 の検出信号は、増幅器 13 によって増幅された後、電子ビーム EB の走査と同期した陰極線管 14 に供給される。このような構成の動作は次の通りである。

【0006】 上記した構成で、2 次電子像を観察する場合、図示していない走査信号発生回路から所定の走査信号が偏向コイル 5、6 に供給され、試料 4 上の任意の 2 次元領域が電子ビーム EB によってラスタ走査される。

【0007】 ここで、対物レンズ 3 は内側磁極 8 と外側磁極 9 の下端面より下方に単一のレンズ磁場が形成されるように構成されており、このレンズ磁場の中に試料 4 が配置されている。試料 4 への電子ビームの照射によって発生した 2 次電子は、レンズ磁場により拘束されて上方に向かう。

【0008】 また、内側磁極 8 の開口 11 付近には、検出器 12 の前面に印加された電圧に基づく電界が形成されている。この電界により試料 4 から発生し対物レンズ 3 内を上方に向かってきた 2 次電子は、検出器 12 方向に曲げられ、そして、2 次電子検出器 12 に入射して検出される。

【0009】 その検出信号は、増幅器 13 を介して偏向コイル 5、6 への走査信号と同期した陰極線管 14 に供給され、陰極線管 14 には試料の任意の領域の 2 次電子像が表示される。

【0010】 さて、2 次電子が通過する開口 11 と 2 次電子検出器 12 の位置が対物レンズ 3 の下方にあるため、検出器が対物レンズ上方にある場合に比べ、内側磁極 8 の下端面付近の検出器 12 による電界は強いので、2 次電子は検出器 12 方向に効率良く曲げられ、より多くの 2 次電子が開口を通過して検出器 12 によって捕獲でき、結果として高画質の 2 次電子像を得ることができる。

**【0011】**

【発明が解決しようとする課題】 さて、上記した構成では、2 次電子については高い検出効率が考慮されているが、試料からの反射電子については考慮されていない。その理由は、高分解能、高画質の 2 次電子像を得るためには、反射電子信号は雑音となるので、反射電子を捕獲する効率を上げる必要がないためである。

【0012】 この結果、上記構成では、エネルギーの高い反射電子はほとんど 2 次電子検出器 12 には検出され

ず、陰極線管 1 4 上に表示される像は、反射電子の信号が含まれていないものとなる。

【0013】しかしながら、周知のように反射電子信号は試料の凹凸の情報を多く含んでおり、一般の走査電子顕微鏡（例えば、対物レンズの下部に 2 次電子検出器が配置されている）では、2 次電子検出器に反射電子も検出されているため、試料の凹凸が強調された像となっている。

【0014】このように、図 1 に示した走査電子顕微鏡で得られる 2 次電子像は、極端に試料の凹凸の情報がなくなった画像となり、従来からの走査電子顕微鏡で得られる 2 次電子像とはかなり異なった画像となっている。

【0015】本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、その目的は、2 次電子の検出効率を高めると共に、反射電子に基づく信号も検出できる走査電子顕微鏡を実現するにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】第 1 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、内側磁極と外側磁極を有し、磁極の下端面より下方の試料面に漏れるレンズ磁場を形成する対物レンズを備え、この対物レンズによって電子ビームを集束して試料に照射すると共に、内側磁極の下端面より上の位置で該内側磁極に 2 次電子を通過させる開口を設け、内側磁極の外側に該開口を通過した 2 次電子を検出する検出器を設けるように構成した走査電子顕微鏡において、内側磁極の内側に、2 次電子発生効率の高い面を設けたことを特徴としている。

【0017】第 1 の発明では、内側磁極の内側に、2 次電子発生効率の高い面を設け、反射電子をこの面に衝突させ、2 次電子を発生させて検出する。第 2 の発明では、第 1 の発明において、内側磁極の内面の少なくとも一部を 2 次電子発生効率の高い面とした。

【0018】第 3 の発明では、第 1 および第 2 の発明において、2 次電子発生効率の高い面を、重金属で形成した。第 4 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、内側磁極と外側磁極を有し、磁極の下端面より下方の試料面に漏れるレンズ磁場を形成する対物レンズを備え、この対物レンズによって電子ビームを集束して試料に照射すると共に、内側磁極の下端面より上の位置で該内側磁極に 2 次電子を通過させる開口を設け、内側磁極の外側に該開口を通過した 2 次電子を検出する検出器を設けるように構成した走査電子顕微鏡において、内側磁極の内面の少なくとも一部を 2 次電子発生効率の高い面とすると共に、2 次電子発生効率の高い面の内側にメッシュ状電極を設け、メッシュ状電極に任意にマイナス電圧を印加できるように構成したことを特徴としている。

【0019】第 4 の発明では、内側磁極の内側に、2 次電子発生効率の高い面を設け、反射電子をこの面に衝突させ、2 次電子を発生させて検出すると共に、2 次電子発生効率の高い面の内側にメッシュ状電極を設け、メッ

シュ状電極に任意にマイナス電圧を印加できるように構成し、反射電子成分を含んだ 2 次電子信号と、ほとんどが試料からの 2 次電子信号の 2 種の信号を選択的に得る。

【0020】

【実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図 2 は本発明に基づく走査電子顕微鏡の要部を示しており、図 1 の装置と同一ないしは類似の構成要素には同一番号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0021】図 2 において、対物レンズ 3 は、図 1 と同様にヨーク 7、内側磁極 8、外側磁極 9、コイル 10 より構成されており、内側磁極 8 の下端面に近い位置に開口 11 が穿たれている。内側磁極 8 の開口 11 部分の外側に、外側磁極 9 に 2 次電子検出器 12 が取り付けられている。

【0022】内側磁極 8 の内面には、2 次電子の発生効率の高い物質、例えば、金などの重い元素で形成された膜 15 が設けられている。この膜 15 は、メッキ、蒸着あるいは貼り付けなどで形成されている。このような構成の動作を次に説明する。

【0023】対物レンズ 3 は内側磁極 8 と外側磁極 9 の下端面より下方に単一のレンズ磁場が形成されるように構成されており、このレンズ磁場の中に試料 4 が配置されている。試料 4 への電子ビームの照射によって発生した 2 次電子は、レンズ磁場により拘束されて上方に向かう。

【0024】また、内側磁極 8 の開口 11 付近には、検出器 12 の前面に印加された電圧に基づく電界が形成されている。この電界により試料 4 から発生し対物レンズ 3 内を上方に向かってきた 2 次電子は、検出器 12 方向に曲げられ、そして、2 次電子検出器 12 に入射して検出される。検出器 12 の出力信号は、図示していない陰極線管に供給され、陰極線管に 2 次電子像が表示される。

【0025】さて、試料 4 への一次電子ビームの照射によって 2 次電子以外に反射電子  $r_e$  も発生する。反射電子  $r_e$  はエネルギーが高いため、2 次電子検出器 12 からの電界には捕捉されず、内側磁極 8 の内側に向かって衝突する。

【0026】この内側磁極 8 の内面には 2 次電子発生効率の高い物質の膜 15 が設けられており、反射電子  $r_e$  はこの膜 15 に衝突して 2 次電子  $s_e$  を発生させる。この結果、反射電子に基づく多量の 2 次電子  $s_e$  が発生し、この 2 次電子  $s_e$  は 2 次電子検出器 12 の電界に拘束され、2 次電子検出器 12 に向かって検出される。

【0027】この結果、2 次電子検出器 12 の検出信号に基づいて陰極線管に表示される像は、試料 4 からの 2 次電子にプラスして、試料 4 からの反射電子  $r_e$  に起因した 2 次電子  $s_e$  に基づいており、凹凸情報が適度に含

まれた一般の走査電子顕微鏡（例えば、対物レンズと試料との間に2次電子検出器が配置され、反射電子も検出するタイプ）で得られる2次電子像と同等の像が得られる。

【0028】図3は本発明の他の実施の形態を示しており、図2の構成と同一部分には同一番号が付されている。この実施の形態では、2次電子検出効率の高い物質で形成された膜15の内側に、膜15に接近してメッシュ状電極16が設けられている。このメッシュ状電極16には、電源17から適宜マイナスの電圧が印加されるように構成されている。

【0029】このような構成において、電源17からメッシュ状電極16への電圧の印加を停止している場合には、図2の構成と同様に、2次電子検出器12には試料からの2次電子に加えて、膜15への反射電子の衝突によって発生した2次電子が入射し検出される。

【0030】ここで、電源17からメッシュ状電極16にマイナスの電圧を印加すると、膜15への反射電子の衝突によって発生した2次電子は、メッシュ状電極16によってその内側に向かうことができず、2次電子検出器12には、試料4から直接発生した2次電子のみが入射することになる。

【0031】このように、図3の構成では、メッシュ状電極16への電圧の印加を停止したり、マイナスの電圧を印加したりすることにより、任意に、凹凸情報が適度に含まれた一般の走査電子顕微鏡で得られる2次電子像と同種の像を得たり、試料4からの2次電子のみの高分解能で高画質の像を得たりすることができる。

【0032】以上本発明の実施の形態を説明したが、本発明は、図2、図3に示した形態に限定されない。例えば、2次電子発生効率の高い膜15を内側磁極8の内面全面に設けたが、内側磁極の内面の一部に膜を設けるようにしても良い。また、2次電子発生効率の高い面を有した部材を、対物レンズ内部に磁極とは独立に設けても良い。

#### 【0033】

【発明の効果】以上説明したように、第1の発明では、内側磁極の内側に、2次電子発生効率の高い面を設け、反射電子をこの面に衝突させ、2次電子を発生させて検出するように構成したので、一般の走査電子顕微鏡像と同種の試料の凹凸情報を含んだ像を観察することができる。

【0034】第2の発明では、第1の発明において、内

側磁極の内面の少なくとも一部を2次電子発生効率の高い面としたので、第1の発明と同様に、一般の走査電子顕微鏡像と同種の試料の凹凸情報を含んだ像を観察することができる。

【0035】第3の発明では、第1および第2の発明において、2次電子発生効率の高い面を、重金属で形成したので、第1および第2の発明と同様に、一般の走査電子顕微鏡像と同種の試料の凹凸情報を含んだ像を観察することができる。

【0036】第4の発明では、内側磁極の内側に、2次電子発生効率の高い面を設け、反射電子をこの面に衝突させ、2次電子を発生させて検出すると共に、2次電子発生効率の高い面の内側にメッシュ状電極を設け、メッシュ状電極に任意にマイナス電圧を印加できるように構成したので、反射電子成分を含んだ2次電子信号と、ほとんどが試料からの2次電子信号の2種の信号を選択的に得ることができ、一般の走査電子顕微鏡像と同種の試料の凹凸情報を含んだ像と、試料からの2次電子に基づく高分解能で高画質の像とを任意に選択的に観察することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】従来の走査電子顕微鏡を示す図である。

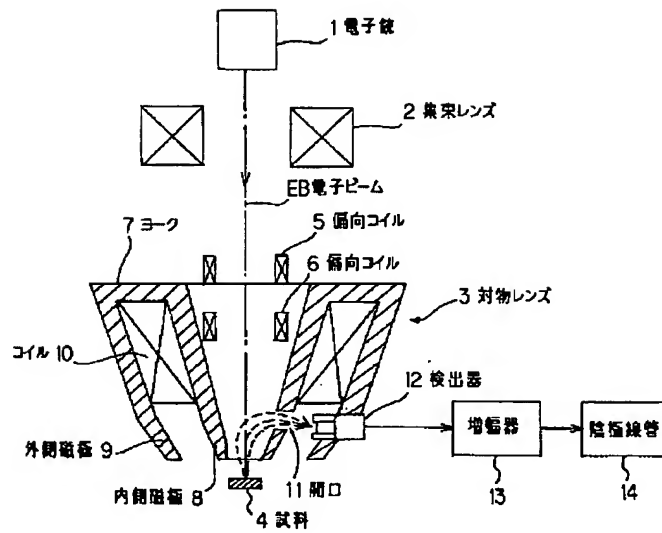
【図2】本発明の一実施の形態である走査電子顕微鏡の要部を示す図である。

【図3】本発明の他の実施の形態である走査電子顕微鏡の要部を示す図である。

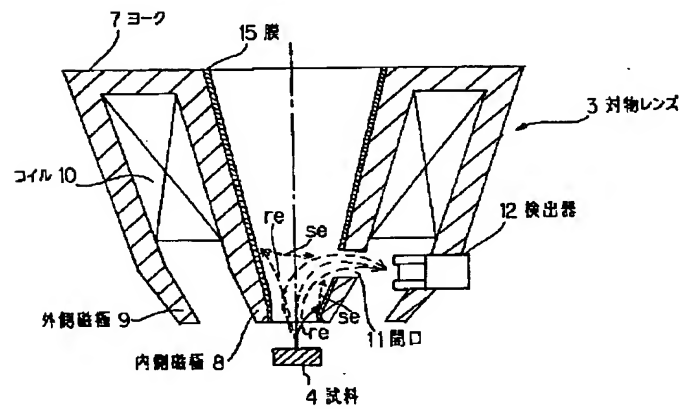
#### 【符号の説明】

- 1 電子銃
- 2 集束レンズ
- 3 対物レンズ
- 4 試料
- 5, 6 偏向コイル
- 7 ヨーク
- 8 内側磁極
- 9 外側磁極
- 10 コイル
- 11 開口
- 12 2次電子検出器
- 13 増幅器
- 14 陰極線管
- 15 膜
- 16 メッシュ状電極
- 17 電源

【図 1】



【図 2】



【図 3】

